

УДК: 612.821:612.822.3

СТРАТЕГИИ НАПРАВЛЕННОЙ АУТОКОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ

Трибрат А.Г., Макарова Л.Б., Павленко В.Б.

Наиболее распространенным способом снятия стресса, напряженности и тревоги является медикаментозный. Создаются десятки новых фармакологических препаратов, обладающих направленным действием на различные системы мозга: снижающих активность подкорковых структур, ретикулярной формации, тормозящих кору больших полушарий. Однако, психотропные вещества, снимая психопатологическую симптоматику, нарушают нормальную деятельность мозга, препятствуют выполнению профессиональной и повседневной деятельности человека, ставят организм в зависимость от препаратов [1, 2, 3].

Практической проблемой саморегуляции состояний является гармонизация взаимоотношений с окружающим миром и самим собой, которую можно достичь благодаря активации механизмов непроизвольной и произвольной саморегуляции различного уровня, обучению способам и приемам произвольной саморегуляции, включая аутотренинг, йогу и др. Одним из методов произвольной саморегуляции психофизиологических состояний является использование биологической обратной связи, поскольку этот метод дает объективную информацию о динамике психофизиологических показателей и позволяет осуществлять дополнительный сенсорный контроль над физиологическим процессом.

Однако, несмотря на такое распространение метода в практике, до сих пор нет единых общепринятых методик, различные лаборатории и научные школы используют свои подходы. Не существует единого мнения по поводу наиболее применимых и действенных стратегий релаксации, которые ведут к успешному осуществлению данной методики [4, 5]. В основном авторы делают акцент на психическое спокойствие, физическую неподвижность и отсутствие стресса. Нет общепринятой техники ввода испытуемых в такое «рабочее» состояние при котором адаптивные перестройки наиболее успешно закрепляются.

Таким образом, актуальность изучения психофизиологических функциональных состояний определяется их вкладом в обеспечение эффективности деятельности и надежности человека. Знание индивидуального стиля саморегуляции функциональных состояний позволяет более успешно осуществлять их регуляцию и разрабатывать индивидуально ориентированные системы обучения методам саморегуляции. В связи с этим, целью нашего исследования явилось выявление основных индивидуальных

СТРАТЕГИИ НАПРАВЛЕННОЙ АУТОКОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ

стилей релаксации для достижения желаемого результата с помощью метода биологической обратной связи по ЭЭГ (ЭЭГ-ОС).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В экспериментальном исследовании, посвященном изучению стратегий целенаправленной аутокоррекции психофизиологического состояния при помощи биологической обратной связи, принимало участие 35 испытуемых, являющихся студентами Таврического национального университета им. В. И. Вернадского различных факультетов в возрасте от 18 до 30 лет, обоего пола. Все испытуемые были добровольцами и не находились в состоянии эмоционального стресса. Основная часть исследования проводилась по следующей схеме:

1. Проведение сеанса ЭЭГ-ОС с последующим анализом амплитудно-частотных характеристик основных ритмов ЭЭГ, дающим информацию об основных особенностях активности мозга;

2. Проведение психологической беседы, направленной на выяснение индивидуального стиля релаксации, применяемого в процессе ЭЭГ-ОС.

Проведение сеанса ЭЭГ-ОС

Сеансы ЭЭГ-ОС проходили в три серии. Во время первой серии испытуемые слушали спокойную музыку, на фоне которой подавался "белый шум", интенсивность которого была постоянной и не менялась в течение всей серии; продолжительность этапа составляла 2,5 мин. Во второй серии эксперимента (5 мин) испытуемые должны были учиться управлять своим функциональным состоянием, характер которого выражался в изменении интенсивности "белого шума", менявшегося в зависимости от изменения соотношения текущих амплитуд альфа- и тета-ритмов правого полушария. Выбор полушария был обусловлен тем фактом, что правое полушарие всегда первым обрабатывает поступающую информацию; кроме того, именно правое полушарие дает первичную, «эмоциональную» оценку сигнала, тогда как левое полушарие дает «когнитивную» оценку лишь после поступления информации из правого полушария [6, 7]. Более интенсивный шум говорил о снижении амплитуды альфа-активности и/или увеличении амплитуды тета-ритма. Зависимость между интенсивностью "белого шума" и величиной отношений амплитуд этих ритмов была прямо пропорциональной. Изолиния отношений между ритмами могла произвольно меняться экспериментатором в ходе сеанса в зависимости от исходных параметров и успешности регуляции состояния испытуемым (рис. 1). Во время третьей серии предъявлялась музыка без шума, продолжительность этапа – 2,5 мин.

Отведение и анализ биопотенциалов (ЭЭГ) осуществлялись с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа EEG – 16S фирмы «Medicor», аналогового анализатора энцефалограммы, компьютера IBM PC/AT и программного обеспечения – программы «ВФВ-2» (программист Арбатов). ЭЭГ отводили монополярно, в точках С3 и С4 по системе "10-20", референтным электродом служили объединенные датчики над сосцевидными отростками черепа.

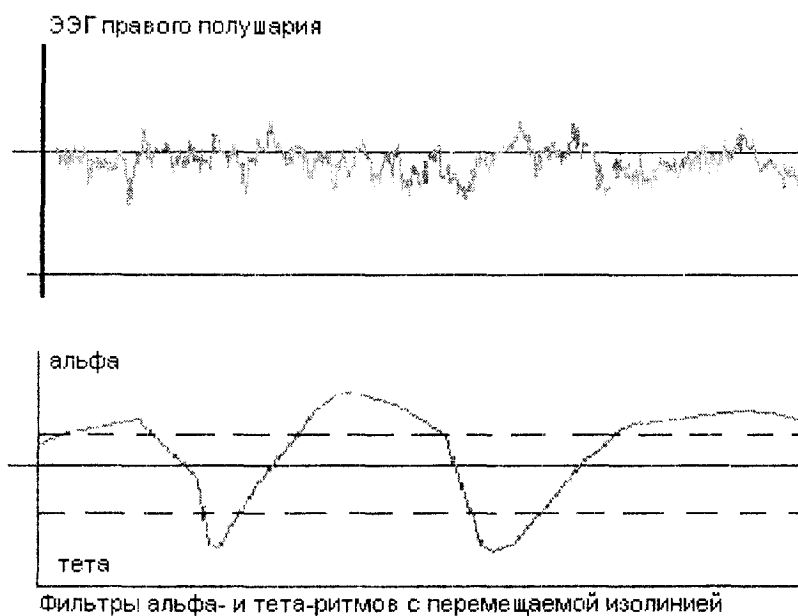


Рис. 1. Рабочая программа "BiofeedBack-2".

В верхней части рисунка показана текущая электроэнцефалограмма испытуемого Е.С. В нижней части – текущий график изменения соотношения альфа- и тета-ритмов ЭЭГ.

После наложения электродов испытуемому, находящемуся в кресле с подголовником, давался инструктаж – сидеть спокойно, расслабившись и, по возможности, не совершать никаких движений (даже глазами). Необходимость расслабления, помимо обеспечения максимального покоя испытуемого, определяется тем, что напряжение мышц, особенно головы и шеи, сопровождается появлением артефактов при регистрации ЭЭГ.

В ходе анализа ЭЭГ мы учитывали следующие частотные диапазоны: 1-4 Гц (дельта-ритм), 4-8 Гц (тета-ритм), 8-14 Гц (альфа-ритм), 14-25 Гц (бета1-ритм), 25-30 Гц (бета2-ритм). Для текущей ЭЭГ рассчитывали величину спектральной мощности (СМ, мкВ) каждого выделенного частотного диапазона и для правого полушария.

Анализ и обработка ЭЭГ производились в реальном режиме времени на базе персонального компьютера IBM-PC/AT-586. Базы данных формировалась на основе программы "STATISTICA".

Проведение клинической беседы

После каждого сеанса ЭЭГ-ОС участнику исследования предъявлялся специально составленный вопросник, предназначенный для определения стратегии целенаправленной аутокоррекции, используемой испытуемым для наиболее успешного достижения релаксации. Для определения индивидуальной стратегии саморегуляции, направленной на достижение релаксации в ходе ЭЭГ-ОС нами был подготовлен план беседы. Он включал утверждения, используемые

СТРАТЕГИИ НАПРАВЛЕННОЙ АУТОКОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ

в беседе с каждым испытуемым всякий раз после прохождения ЭЭГ-ОС. Участнику эксперимента предлагалось выбрать утверждение, наиболее подходящее к его технике релаксации:

В процессе биологической обратной связи Вы преимущественно:

1. *Представляете спокойные образы и картины;*
2. *Стараетесь расслабить мышцы тела;*
3. *Концентрируетесь на музыке и ни о чем не думаете;*
4. *Используете другие методы расслабления.*

В результате, были выделены следующие техники релаксации:

1. Психическое расслабление.
2. Физическое расслабление.
3. Техника концентрации на музыке.

Полученные в результате психологической беседы данные обрабатывались также с помощью программы "STATISTICA".

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Участнику эксперимента предлагалось применять один и тот же способ релаксации на протяжении всех трех сеансов биологической обратной связи. На рисунке 2 представлены данные, полученные в результате проведения опроса после сеанса ЭЭГ-ОС.

Психическое расслабление люди описывали как представление спокойных образов и картин (например, лесного пейзажа, глади моря на фоне заходящего солнца, полета в небе).

В понятие физического расслабления испытуемые вкладывали субъективное ощущение потепления мышц тела, произвольное или непроизвольное снижение их тонуса.

Описание техники концентрации на музыке в основном сводилось к тому, что во время звучания мелодии испытуемые попробовали с закрытыми глазами построить на внутреннем «экране» объемную картинку, которая будет соответствовать музыкальному произведению. Испытуемые выделяли сходные по звучанию части, вариации какой-то одной мелодии, конкретный способ образования вариаций, количество тактов всей мелодии, самые высокие по тембру части и самые низкие, их взаимное расположение.

Анализ данных по ЭЭГ (таб. 1) показал, что при физическом расслаблении по прохождении сеансов биологической обратной связи, уменьшаются тета- и альфа-ритмы в левом полушарии, а дельта-, бета1- и бета2-ритмы левого полушария возрастают. В правом полушарии наблюдается уменьшение дельта- и тета-ритмов по отношению к первому сеансу и прирост альфа, бета1- и бета2-ритмов, что может свидетельствовать о включенности когнитивных процессов у испытуемых и возникновении дополнительной затраты психических ресурсов.

В происхождении бета1- ритма (16-25 Гц) непосредственное влияние имеет ретикулярная формация ствола мозга. Показано, что бета-ритм появляется в ЭЭГ при напряжении (решении математических задач или прослушивании художественных текстов), а также в процессе формирования условнорефлекторных движений [8, 9]. Бета2-ритм присутствует в ЭЭГ у лиц с

физиологическим стрессом и сопутствует развитию разнообразных вегетативных сдвигов [10, 11, 12]. Данная активность характеризует, как правило, направленное внимание.

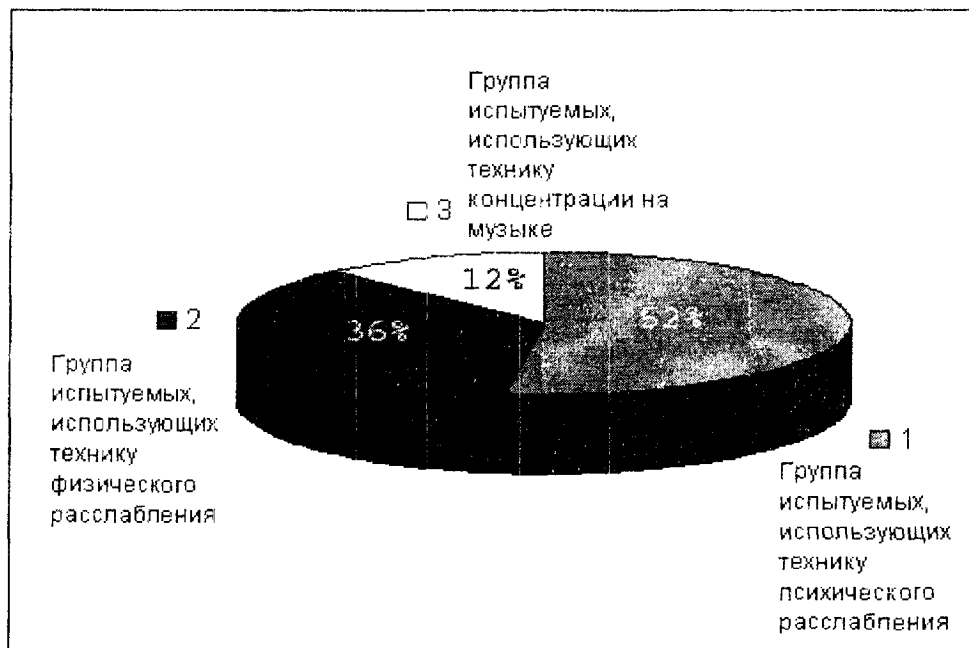


Рис. 2 Соотношение количества испытуемых, использующих различные техники релаксации.

В левом полушарии альфа-ритм по отношению к тета-ритму уменьшается, в правом – возрастает, но данные различия не являются значимыми. При психическом расслаблении видны достоверные различия показателей тета-ритма (113% при $p \leq 0,05$) и альфа-ритма (120% при $p \leq 0,05$) в левом полушарии с группой физического расслабления. Показатели дельта- и бета2- ритмов увеличиваются, а показатель бета1- незначительно уменьшается. В правом полушарии при использовании данной техники расслабления происходит увеличение показателей всех основных ритмов по отношению к первому сеансу.

СТРАТЕГИИ НАПРАВЛЕННОЙ АУТОКОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ

Таблица 1. Изменение амплитуды ритмов ЭЭГ в последствии трех сеансов ЭЭГ-ОС 35 испытуемых, применявших разные техники расслабления

Полушарие	Ритмы ЭЭГ	Изменение амплитуды ритмов в %		
		Физическое расслабление	Психическое расслабление	Концентрация на музыке
Левое	дельта	107,2 ± 21,1	117,3 ± 18,4	128,0 ± 27,3
	тета	86,4 ± 7,02	113,0 ± 13,0*	148,2 ± 37,1
	альфа	85,4 ± 9,0	120,0 ± 16,3*	143,9 ± 39,7
	бета1	118,1 ± 20,6	97,9 ± 13,5	110,8 ± 13,0
	бета2	108,0 ± 13,6	104,4 ± 17,4	127,1 ± 56,4
Правое	дельта	93,8 ± 9,4	127,7 ± 27,0	124,3 ± 17,0
	тета	96,3 ± 9,8	145,6 ± 29,3	145,2 ± 43,5
	альфа	100,0 ± 16,8	144,9 ± 26,8	144,5 ± 47,5
	бета1	103,4 ± 11,2	105,6 ± 13,7	97,1 ± 10,0
	бета2	123,5 ± 30,8	111,0 ± 16,7	72,2 ± 19,1

Примечания:

- приведены относительные величины ритмов ЭЭГ в %, за 100% принята исходная (до первого сеанса) мощность ритмов ЭЭГ;
- указаны средние ± стандартная ошибка средней;
- звездочкой обозначены различия с группой физического расслабления при $p < 0.05$.

Из таблицы видно, что при психическом расслаблении когнитивной деятельности несколько меньше, чем при физическом расслаблении, к тому же в левом полушарии наблюдается достоверное увеличение альфа-ритма по отношению к тета-ритму, что может являться показателем достижения релаксации [13, 14, 15].

При технике концентрации на музыке в левом полушарии наблюдается увеличение всех основных ритмов, а в правом – увеличение дельта, тета- и альфа-ритмов и уменьшение бета1- и бета2-ритмов. Увеличение показателя тета-ритма по отношению к показателю альфа-ритма не является значимым.

Таким образом, в ходе исследования гипотеза о том, что в процессе сеансов ЭЭГ-ОС происходит поиск индивидуального стиля саморегуляции для успешного достижения релаксации, была подтверждена, поскольку были выявлены достоверные различия по отдельным параметрам между физическим и психическим расслаблением, причем при психическом расслаблении успешность достижения релаксации очевиднее. Подобные исследования в этой области проводятся впервые, поскольку ряд авторов, сообщающих об успешности биологической обратной связи в снижении тревожности, достижении спокойного расслабленного состояния, не упоминают о психологической стороне стратегий саморегуляции с использованием ЭЭГ-ОС. Полученные результаты, касающиеся техники психического расслабления, согласуются с рядом психофизиологических исследований, посвященных изучению изменения функционального состояния мозга при помощи биологической обратной связи [16, 17, 18, 19].

ВЫВОДЫ

1. Увеличение альфа- и уменьшение тета-ритмов при проведении сеансов биологической обратной связи свидетельствует об эффективности данной методики как метода освоения саморегуляции. Об этом свидетельствуют также самоотчеты испытуемых, сообщавших, что они достигали состояния комфорта, чувствовали себя спокойными и отдохнувшими.

2. В ходе исследования было обнаружено, что в процессе сеансов ЭЭГ-ОС происходит поиск индивидуального стиля саморегуляции для успешного достижения релаксации. Испытуемых можно было разделить на три группы: использующих технику психического расслабления (1); физического расслабления (2); технику концентрации на музыке (3).

3. Были выявлены достоверные различия в паттерне ЭЭГ между группами испытуемых, использующими стратегии физического и психического расслабления. Так, при «психическом расслаблении» видны достоверные различия показателей тета- и альфа-ритмов по сравнению с состоянием «физического расслабления».

4. Показано, что наиболее адекватной стратегией саморегуляции является «психическое расслабление». При этом достигается снижение тета-ритма и повышение альфа-ритма, что, как известно, соответствует спокойному, расслабленному состоянию.

5. Знание индивидуального стиля саморегуляции функциональных состояний позволяет успешнее ставить задачу испытуемым и разрабатывать индивидуально ориентированные системы обучения методам саморегуляции. Для определения индивидуальной стратегии саморегуляции, направленной на достижение релаксации необходимо комплексное исследование личностной сферы человека, как с помощью психологических методик, так и психофизиологических методов (в частности, анализа амплитудно-частотных характеристик основных ритмов ЭЭГ).

Список литературы

1. Громов В. А. Фармакотерапия тревожных состояний // Материалы второй Украинской конференции по проблемам психопатологий – под ред. Калуева В. А. CSF, Киев,-1998, -С. 97 – 100
2. Макаренко Ю.А. Системная организация эмоционального поведения. М.: 1980 г.
3. Болдырева Г.Н., Шарова Е.В., Жаворонкова Л.А. Отражение различных уровней регуляции активности мозга человека в спектрально-когерентных параметрах ЭЭГ // Журн. Высш. Нервн. Деят., 1992. – т. 43. С.15–18
4. Sterman Н.В., Frias I. Supression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training // EEC and Clin. Neurophysiol. - 1972. - V. 33. - P. 89.
5. Джунусова Г.С., Курмашев Р.А. Использование адаптивного биоуправления по ЭЭГ для коррекции функционального состояния неврологических больных // Физиология человека, 2002. – Т. 28, № 1. - С. 18-22.
6. Деглин В. Л., Николаенко Н. Н. О роли доминантного полушария в регуляции эмоционального состояния человека // Физиология человека, –1975. – №1. - С. 418 – 426.
7. Балонов Л. Я., Деглин В. Л., Николаенко Н. Н. О роли доминантного и педоминантного полушарий мозга в регуляции эмоциональной экспрессии – В кн.: Нейропсихологические тексты под ред. Хомской Е. Д. Изд. МГУ, М., 1984. - С. 183 – 186.
8. Дубровинская Н.В. Нейрофизиологические механизмы внимания: Онтогенетическое исследование. – Л.: Наука, 1985. – С.144 –147.

**СТРАТЕГИИ НАПРАВЛЕННОЙ АУТОКОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ**

9. Bradshaw J.R., Sherlock D. Bugs and faces in the two visual fields: the analytic / holistic processing dichotomy and task sequencing // *Cortex*. – 1982. – V. 18. – P. 211-226.
10. Забродин Ю.М., Лебедев А.И. Психофизиология и психофизика. – М.: Наука, 1977. С.56–68
11. Rotenberg V.S. The role of the two strategies of thinking in the process of the scientific cognition // Abstracts of the 8 International congress of logic, methodology and philosophy of science. – Moscow, 1987. – 5. – P. 310-312.
12. Sperry R., Gazzaniga M., Bogen J. Interhemispheric relationships: The neocortical commissures; syndromes of hemisphere disconnection // *Handbook of clinical neurology*. – Amsterdam, 1969. – № 3-4. – P. 273-290.
13. Стрелец В.Б., Данилова Н.Н., Корнилова И.В. Ритмы ЭЭГ и психологические показатели эмоций при реактивной депрессии // *Журнал высшей нервной деятельности*. – 1997. – Т. 47. – №1 – С. 11-21
14. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию – М.: Мир, 1990.
15. Sergent J., Lorber E. Perceptual categorization in the cerebral hemispheres // *Brain and Cogn.* – 1983. – V. 2. – №1. – P. 39-54.
16. Bentin Sh., Feunsod M. Hemispheric asymmetry for word perception: Behavioral and ERP evidence // *Psychophysiology*. – 1983. – V.20. – №5. – P. 489-497.
17. Fahrion SL, Walters ED, Coyne L, Allen T. Alterations in EEG amplitude, personality factors, and brain electrical mapping after alpha-theta brainwave training: a controlled case study of an alcoholic in recovery. // *Alcohol Clin Exp Res.* -1992. -V.16. №3. - P. 547-552.
18. McLaughlin J., Dean P. Aesthetic preference in dextrals and sinistrals // *Ibid.* – 1983. –21.–№2. P. 147-153. Naton, P. The value of electroencephalography in alcoholism. // *Annals of the New York Academy of Sciences*, -1973, -V.215. - P. 303-320.
19. Troup G.A., Bradshaw J.R., Nettleton N.C. The lateralization of arithmetic and number processing a review // *Int. J. Neurosci.* – 1983. – V. 19. – P. 231-242.

Поступила в редакцию 13.12.2004 г.